



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA PARA EL PESAJE Y SELLADO DE FUNDAS DE HARINA DESDE 0.5 HASTA 2 LIBRAS, CON SUPERVISIÓN REMOTA PARA EL COMERCIAL JACQUELINE, UBICADO EN LA CIUDAD DE AMBATO.”

**AUTORA:**

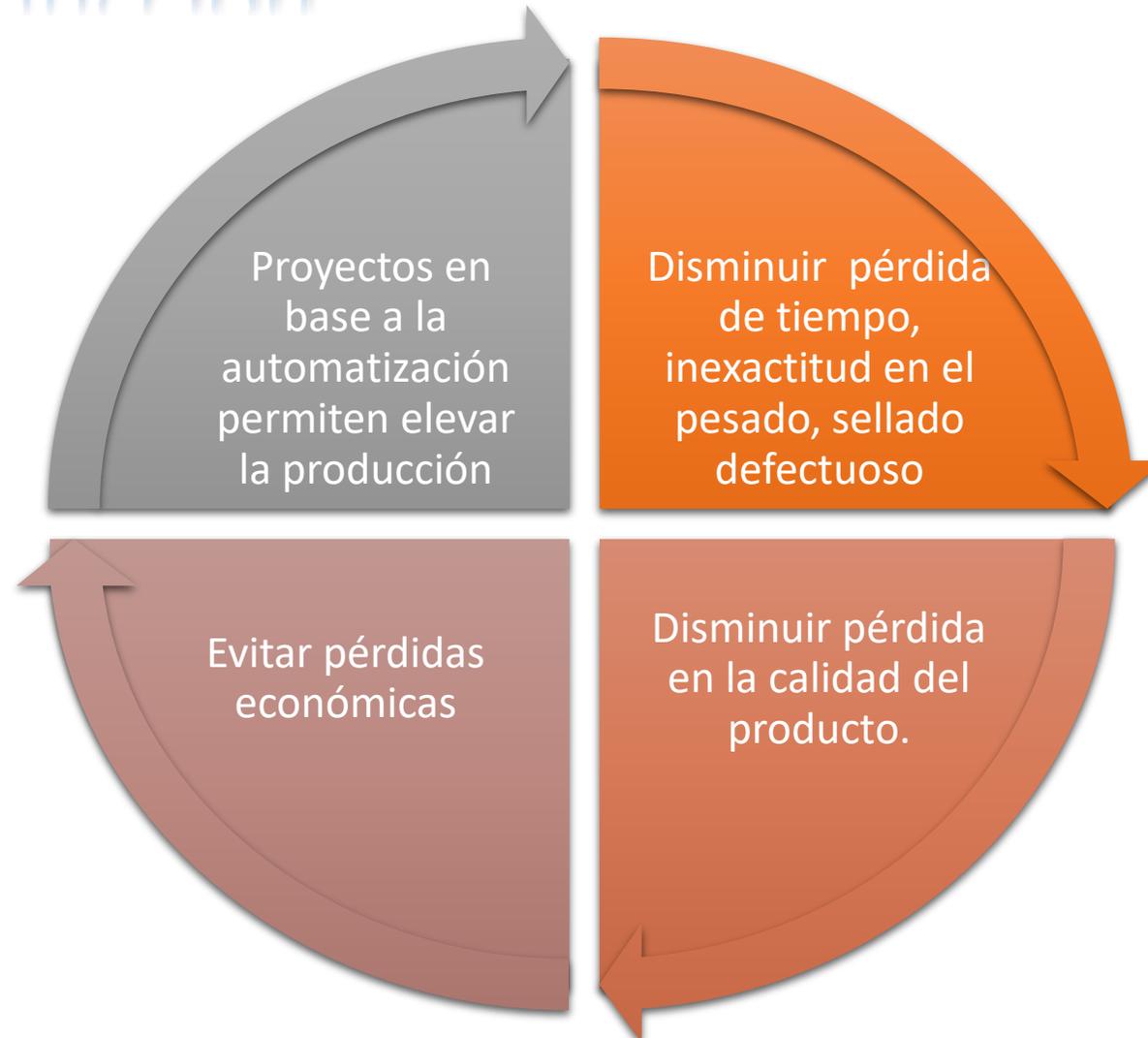
**ZAMORA SOLIS, JESSICA KARINA**

**DIRECTORA:**

**ING. REA NATHALY**



# I. Introducción



## II. Objetivos

### General

- Diseñar y construir una máquina para pesaje y sellado automático de fundas de harina que cuente con un sistema de supervisión remota, para fundas desde 0.5 hasta 2 libras para la micro empresa Comercial Jacqueline.

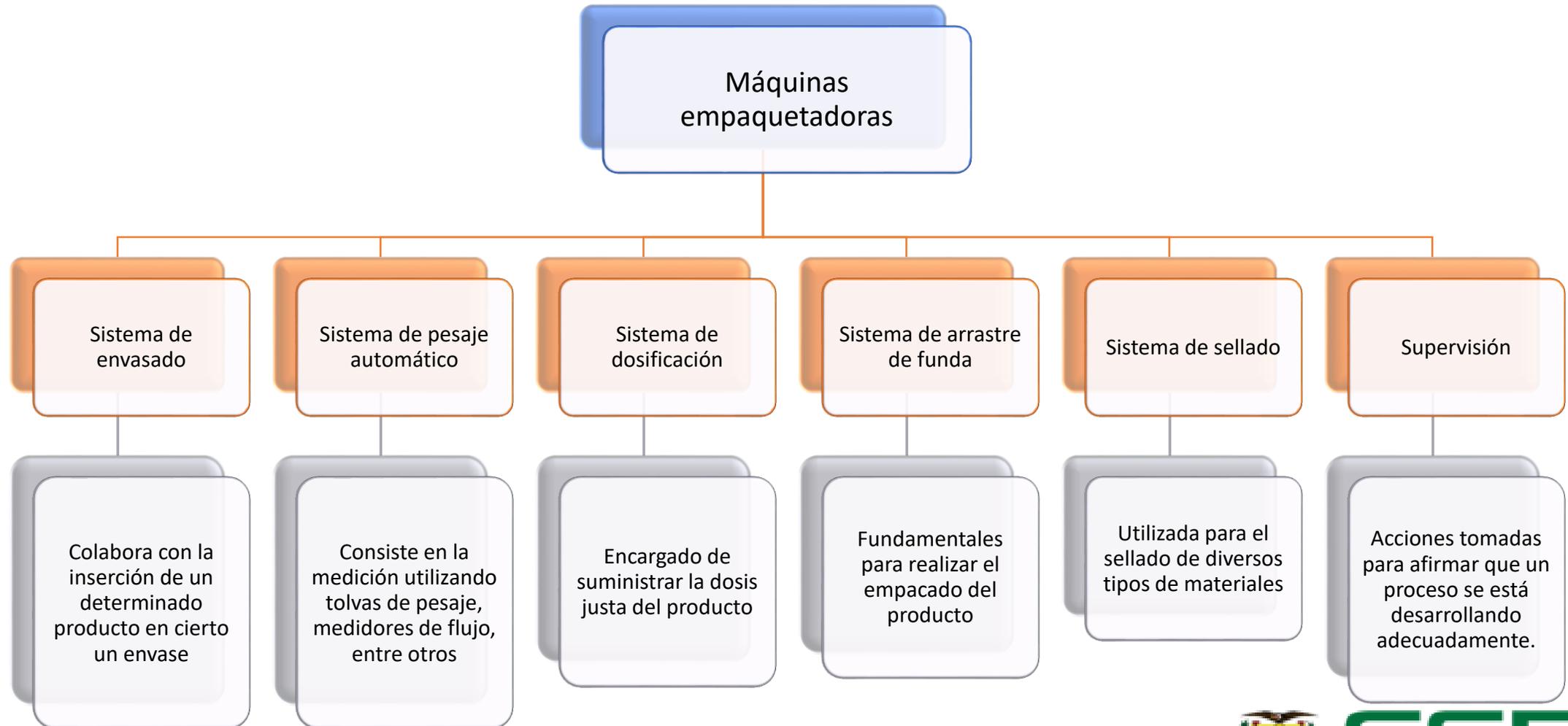


## Específicos

- Investigar sobre el uso del sistema de pesaje y sellado utilizado en las diferentes micro empresas e industria alimenticia.
- Diseñar y seleccionar cada componente que va a formar parte del sistema de pesaje y sellado de harinas, teniendo en cuenta un bajo costo y disponibilidad en el mercado ecuatoriano.
- Comparar los distintos sistemas de control existentes para elegir el mejor sistema de sellado y pesado, acorde a las necesidades de la micro empresa.
- Realizar la calibración y ejecutar pruebas de funcionamiento y validación del sistema, de acuerdo a normativa ecuatoriana



# III. Marco teórico



# IV. Diseño del Sistema

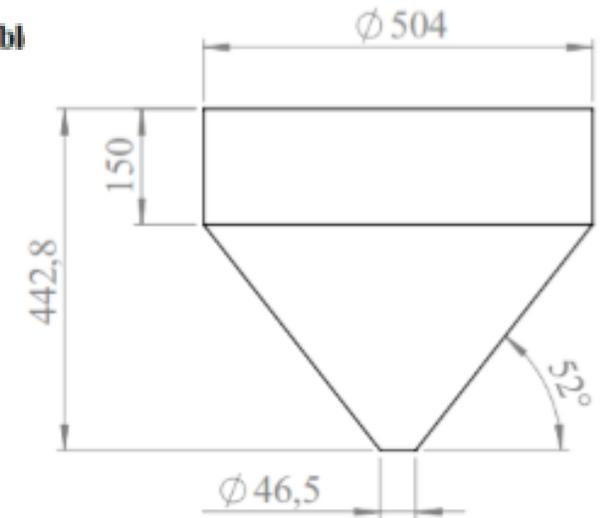
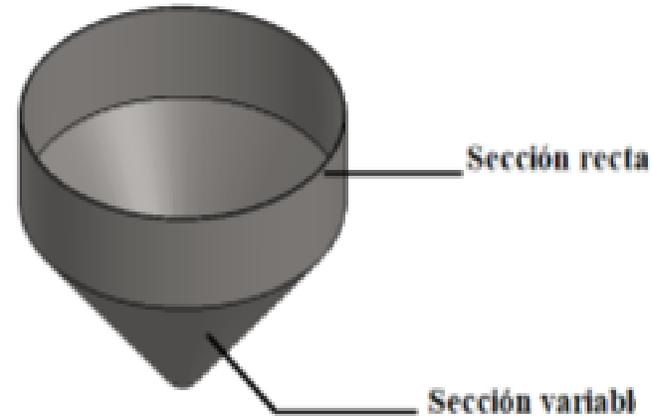


# IV. Diseño del Sistema

El material que va a ser suministrado en esta máquina es un producto alimenticio molido y seco como: machica, morocho, etc.

El cliente requirió que el tamaño de la tolva no exceda los 55 cm tanto en alto como ancho.

El presente proyecto está diseñado para una capacidad de medio quintal de materia prima en la tolva.

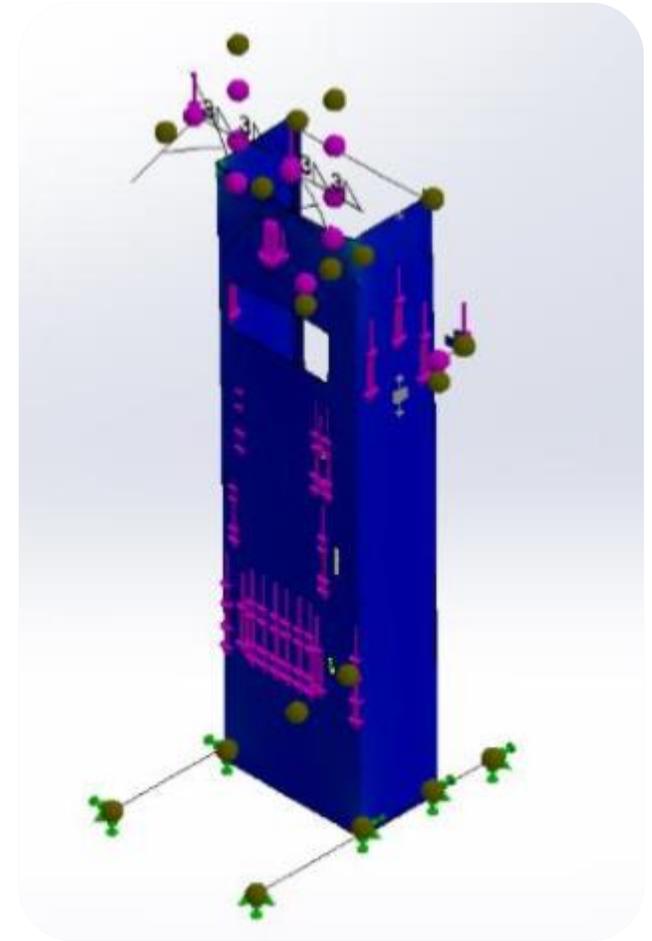


# IV. Diseño del Sistema

Se consideró todas las fuerzas presentes sobre la estructura en condiciones máximas, como se puede observar en la Tabla de fuerzas

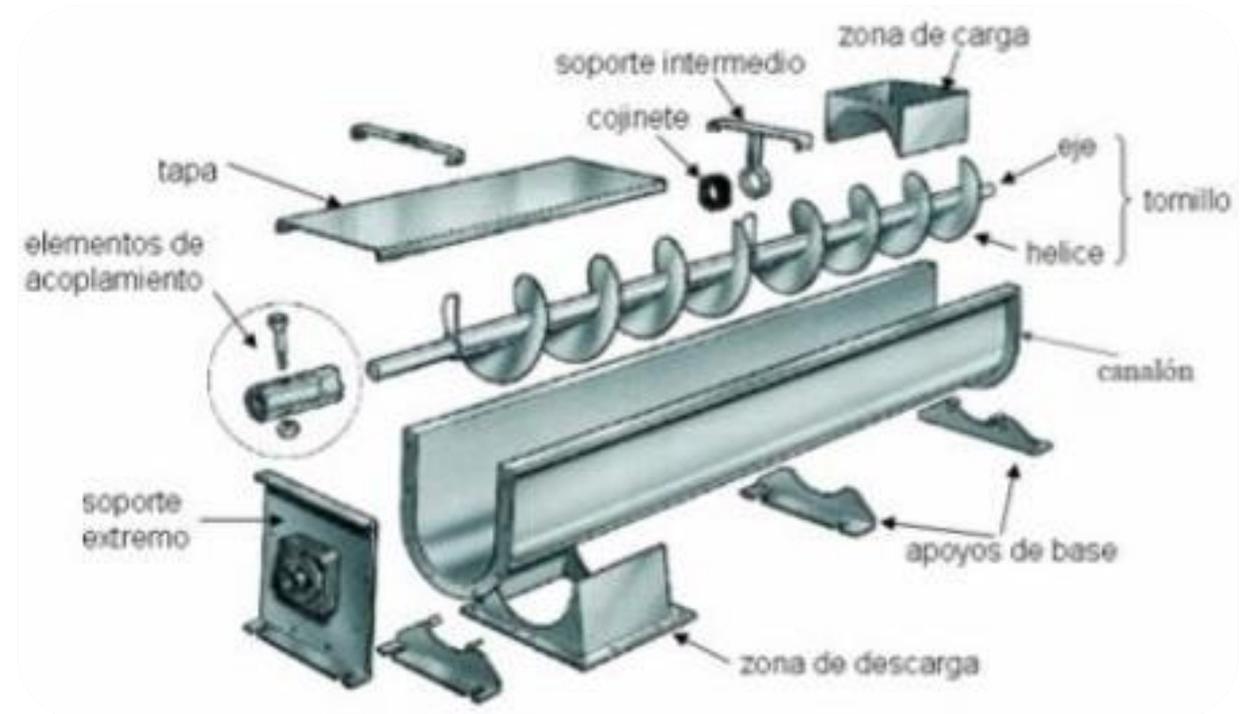
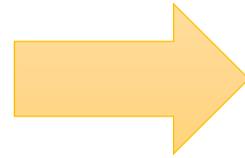
Descripción	Peso	Unidades
Tolva	824.83	N
Balanza	62.63	N
Formador funda	148.03	N
Sellado Vertical	51.15	N
Mecanismo de arrastre	257.99	N
Sellado horizontal	198.83	N
Total	1543.46	N

La estructura se validó mediante la simulación en un software CAE.



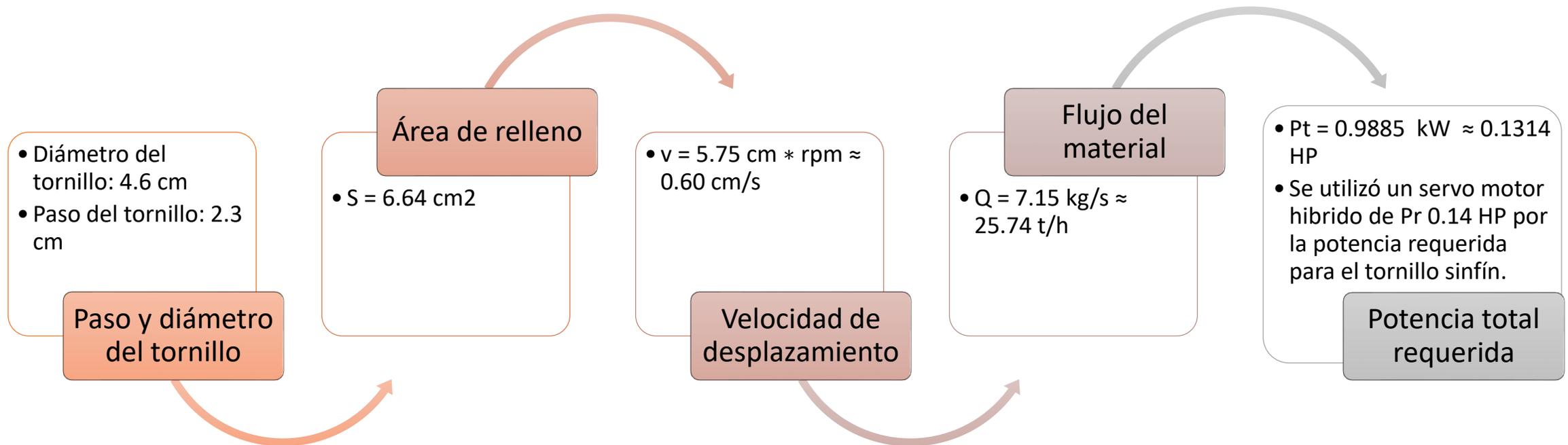
## IV. Diseño del Sistema

Para el sistema de dosificación se elaboró un tornillo sinfín que consta de las partes especificadas en la Figura, las cuales se utilizaron de referencia para el diseño



# IV. Diseño del Sistema

## Tornillo sinfín



## IV. Diseño del Sistema

Para el sellado se utilizará un film del tipo polietileno de baja densidad de 35,5 cm, ya que este material, ofrece una buena resistencia química. Además de ser un material idóneo para el envasado de productos alimenticios



Sellado horizontal

Sellado Vertical



## IV. Diseño del Sistema



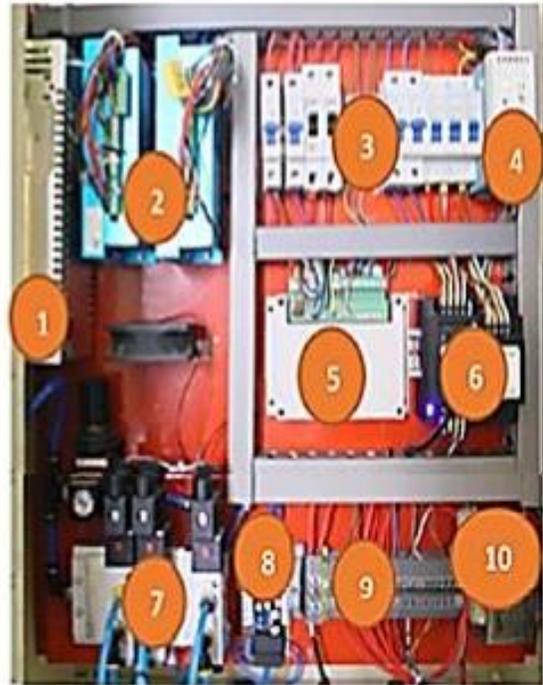
Se seleccionó rodillos de goma maciza para evitar el deslizamiento o patinaje de los mismos al momento de trabajar. Teniendo en cuenta el tubo de formación, se utilizó rodillos de 80 mm de diámetro

Cálculo	Resultado
Velocidad lineal de los rodillos	0,28 m/s
Aceleración tangencial del plástico	3,612 m/s <sup>2</sup>
Aceleración angular del plástico	$\alpha = 36.12 \text{ rad/s}^2$
Potencia para arrastrar el plástico	$P = 0.00925 \text{ KW} \approx 0.012 \text{ Hp}$

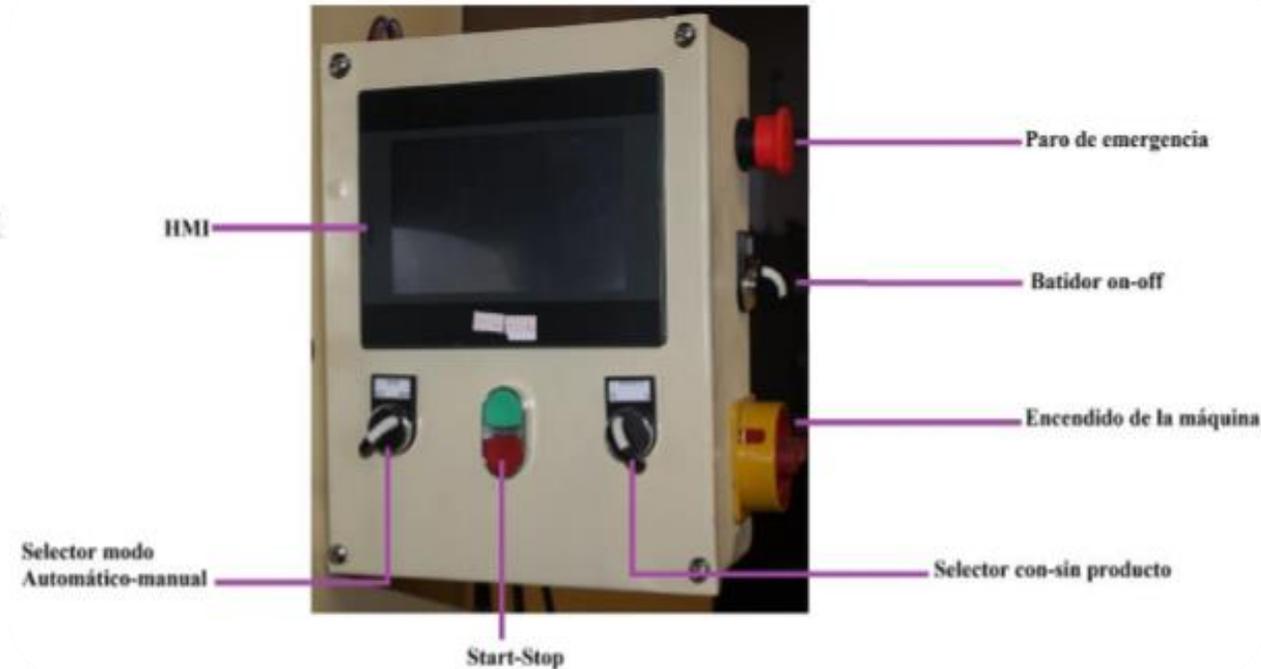
Se utilizó un servo motor de  $\frac{1}{4}$  de Hp para realizar el arrastre del film de plástico ya que este motor tiene la potencia requerida, un torque apto para que pueda deslizar ala funda sin problemas

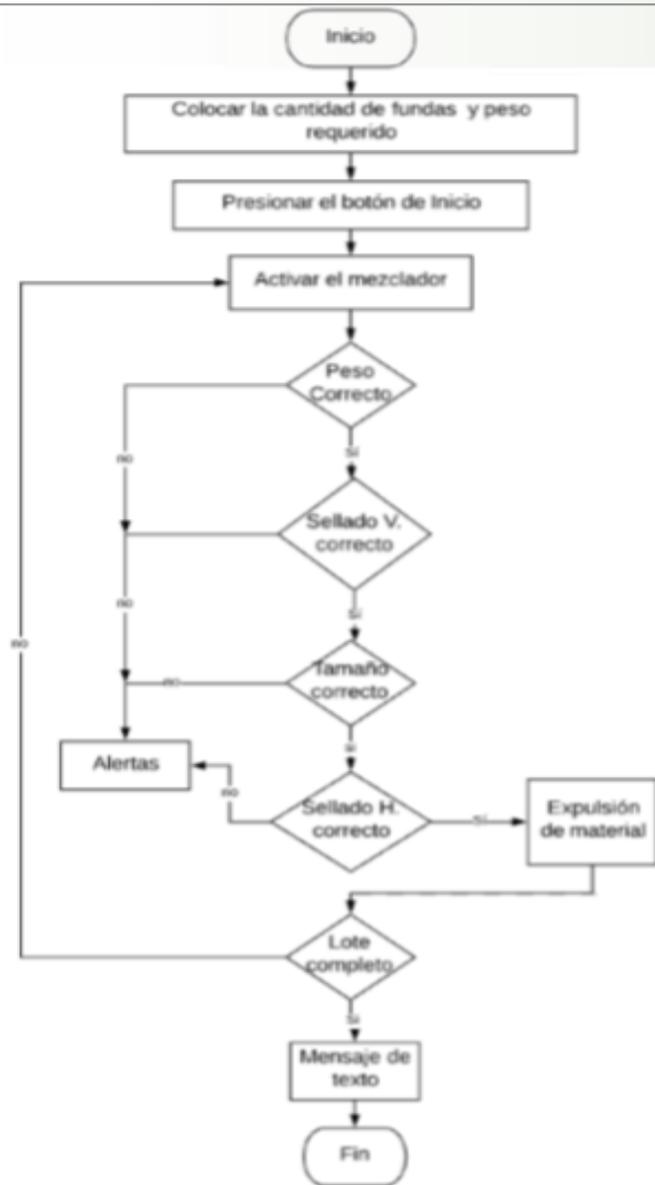


# V. Implementación y programación del sistema

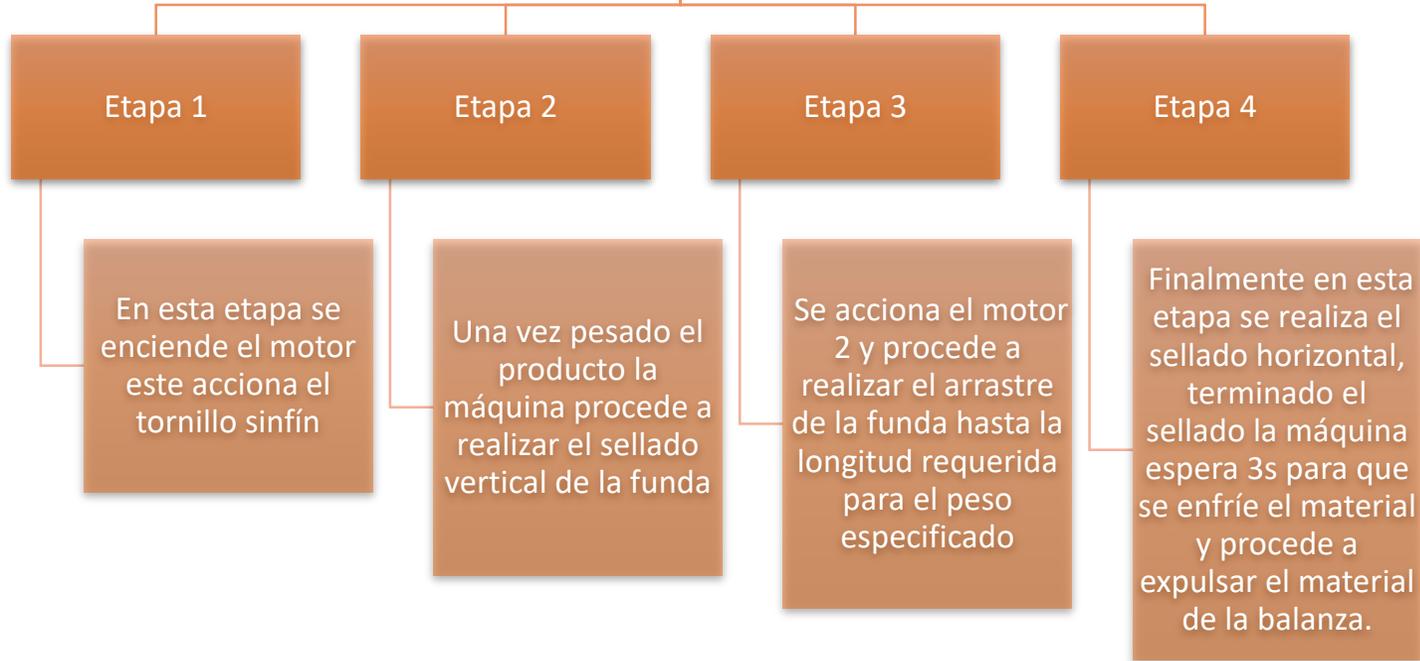


1. Fuente para los drivers
2. Drivers de los motores
3. Breakers de 1 polo
4. Fuente de alimentación PLC, HMI
5. Placa de control
6. PLC
7. Electroválvulas
8. Inversión de giro motor balanza
9. Borneras
- 10 Transformador 220 V 110 V





Antes de iniciar el operador debe indicar la cantidad de fundas que desea pesar y el peso de las mismas.



# Validación de la hipótesis

T-Student

$$T = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$T > t_\alpha$$

Sellado 90%

$$1,73 > 1,29$$

$$T = 1,73$$

$$T = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$T > t_\alpha$$

$$T = 4,445$$

$$4,445 > 1,664$$

Peso 95%

$$T = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$T > t_\alpha$$

$$T = 8,62$$

$$8,62 > 1,79$$

Supervisión  
95%

Por lo tanto, se puede determinar que se acepta la hipótesis alternativa, es decir: El diseño y construcción de una máquina automática para el pesaje y sellado de fundas de harina con supervisión remota es fiable en cuanto al peso y supervisión.



# V. Conclusiones

## CONCLUSIONES

- Se diseñó e implementó un sistema de pesaje y sellado automático de fundas de harina con supervisión remota para disminuir las pérdidas y aumentar la producción del trabajo del Comercial Jacqueline por medio del diseño mecánico y electrónico implementado en el mismo.
- Para la construcción de la estructura se aplicaron las consideraciones del manual de Buenas Prácticas Alimentarias y de la norma NTE INEN 3039, las cuales hablan sobre de los materiales adecuados para la construcción de los elementos que tienen contacto con la materia prima como son: la tolva, la balanza y el formador de la funda
- El diseño del tornillo sinfín es uno de los aspectos más importantes del sistema ya que de este depende el transporte del material hacia la balanza, el proceso es más rápido si el tornillo sin fin está colocado verticalmente. El diseño del mismo debe ser exacto ya que si falla el producto no circula y se acumula en las hélices del mismo provocando así fallas en el motor



# V. Conclusiones

- El sistema de pesaje y sellado tiene dos opciones de trabajo una manual; con la que se pueden realizar pruebas y verificar que la temperatura para el sellado sea óptima, esta opción realiza un paquete cada vez que se presiona el botón de Start; y, el segundo modo de trabajo que es el automático el cual pesa las fundas especificadas por el usuario de manera continua.
- El sistema de pesaje y sellado tiene dos opciones de trabajo una manual; con la que se pueden realizar pruebas y verificar que la temperatura para el sellado sea óptima, esta opción realiza un paquete cada vez que se presiona el botón de Start; y, el segundo modo de trabajo que es el automático el cual pesa las fundas especificadas por el usuario de manera continua.
- La calibración de los rodillos de arrastre para la formación de la funda es un aspecto importante, ya que al tener errores en estos el recorrido de la funda no será igual y el sellado horizontal no será eficiente
- El material seleccionado para las fundas fue el polipropileno, ya que este impide que la harina se adhiera a las paredes de la funda al momento de pesar. Si existen resto de polvo en las paredes disminuye la eficiencia del sellado de la funda. El film de plástico usado para realizar el formador de funda debe ser el mismo que se utilice para el funcionamiento de la máquina ya que el proceso de fabricación y calibración del cuello es un complejo.



# V. Recomendaciones

- Para realizar pruebas de funcionamiento es importante colocar la máquina en estado manual y sin producto, para evitar así la pérdida de producto y revisar a cada uno de los pasos del proceso.
- Si se desea cambiar algún elemento de la máquina por uno distinto al que tiene originalmente es necesario volver a calibrar los valores de los parámetros, ya que los elementos varían entre ellos, realizar pruebas y grabar los nuevos valores en el PLC para el correcto funcionamiento de la máquina.
- Para comenzar el proceso es necesario prender la máquina y dejar que las niquelinas lleguen a la temperatura adecuada para su correcto funcionamiento, ya que si la temperatura en las mordazas de sellado no es la adecuada el sellado de las fundas será deficiente, para lo cual se debe verificar en la pantalla de parámetros.



*Gracias por su atención*



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA